

Literature Review

CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK (CNN) BASED ON ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN PERIODONTAL DISEASES DIAGNOSIS

¹Nurul Huda Danial, ²Dian Setiawati

¹Periodontology Specialist Educational Program, Department of Periodontology, Hasanuddin University Dental and Oral Health Hospital-Faculty of Dentistry, Hasanuddin University

²Department of Periodontology, Hasanuddin University Dental and Oral Health Hospital-Faculty of Dentistry, Hasanuddin University

Received date: February 21, 2024 Accepted date: April 7, 2024 Published date: April 21, 2024

KEYWORDS

Artificial intelligence, convolutional neural network, diagnosis, periodontal disease



DOI : [10.46862/interdental.v20i1.8641](https://doi.org/10.46862/interdental.v20i1.8641)

ABSTRACT

Introduction: The main problem by many clinicians is the correct diagnosis of periodontal disease. Usually, conventional clinical measurements such as measuring probing depth, attachment loss, presence of plaque and calculus are the way to diagnose and classify periodontal disease. However, clinical examination has limited reliability for periodontitis screening. Likewise, the ability of dentists to read radiographs using conventional methods increases the risk of misdiagnosis. Due to the diversity of existing clinical criteria and the increase in knowledge about human health, changes in the diagnostic criteria for periodontal disease that have occurred in recent decades have led to several updates. Recent research has focused on developing artificial intelligence tools to assist in diagnostic and therapeutic roles. This literature review aims to determine the use of artificial intelligence-based convolutional neural network (CNN) in diagnosing periodontal disease.

Review: Artificial intelligence (AI) can make more accurate and efficient diagnoses, thereby reducing the workload of dentists. The use of the convolutional neural network (CNN) system in diagnosis and treatment planning allows dentists to reduce diagnostic errors that arise. Several studies have found that the CNN algorithm can assist in detecting alveolar bone loss, gingival abnormalities, and assisting early intervention in implantology. The CNN system can also capture details that dentists miss in diagnosis, especially radiographic diagnosis.

Conclusion: Implementing an AI system is effective in helping to analyze periodontal disease. The CNN algorithm outperforms other AI techniques that can be used to facilitate diagnosis and treatment planning by dentists in the future.

Corresponding Author:

Nurul Huda Danial
Periodontology Specialist Educational Program, Department of Periodontology
Hasanuddin University Dental and Oral Health Hospital
Faculty of Dentistry, Hasanuddin University
e-mail address: nhudadanial@gmail.com

How to cite this article: Danial NH, Setiawati D. (2024). CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK (CNN) BASED ON ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN PERIODONTAL DISEASES DIAGNOSIS. *Interdental Jurnal Kedokteran Gigi* 20(1), 139-48. DOI: [10.46862/interdental.v20i1.8641](https://doi.org/10.46862/interdental.v20i1.8641)

Copyright: ©2024 Nurul Huda Danial This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License. Authors hold the copyright without restrictions and retain publishing rights without restrictions.

CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK (CNN) BERBASIS ARTIFICIAL INTELEGENGE DALAM MENDIAGNOSIS PENYAKIT PERIODONTAL

ABSTRAK

Pendahuluan: Masalah utama yang dihadapi oleh banyak klinisi yaitu diagnosis penyakit periodontal yang tepat. Biasanya, pengukuran klinis konvensional seperti mengukur kedalaman probing, kehilangan perlekatan, keberadaan plak dan kalkulus merupakan cara untuk diagnosis dan klasifikasi penyakit periodontal. Namun, pemeriksaan klinis memiliki reliabilitas yang terbatas untuk skrining periodontitis. Begitupun kemampuan dokter gigi untuk membaca radiografi dengan metode konvensional meningkatkan risiko kesalahan diagnosis. Keragaman kriteria klinis yang ada dan peningkatan pengetahuan tentang kesehatan periodontal, perubahan kriteria diagnostik untuk penyakit periodontal yang terjadi dalam beberapa dekade terakhir dilakukan beberapa pembaharuan. Penelitian terbaru telah difokuskan pada mengembangkan alat kecerdasan buatan untuk membantu peran diagnostik dan terapeutik. Literature review ini bertujuan untuk mengetahui penggunaan *convolutional neural network* (CNN) berbasis *artificial intelligence* dalam mendiagnosis penyakit periodontal.

Tinjauan: *Artificial intelligence* (AI) dapat membuat diagnosa yang lebih akurat dan efisien, sehingga mengurangi beban kerja dokter gigi. Penggunaan sistem *convolutional neural network* (CNN) dalam diagnosis dan perencanaan perawatan memungkinkan dokter gigi untuk mengurangi kesalahan diagnostik yang timbul. Beberapa penelitian mendapatkan bahwa algoritma CNN dapat membantu dalam mendeteksi kehilangan tulang alveolar, kelainan gingiva, serta membantu intervensi awal dalam implantologi. Sistem CNN juga dapat menangkap detail yang terlewatkan oleh dokter gigi dalam diagnosis khususnya diagnosis radiografi.

Simpulan: Menerapkan sistem AI efektif dalam membantu menganalisis penyakit periodontal. Algoritma CNN mengungguli teknik AI lainnya yang dapat digunakan untuk memfasilitasi diagnosis dan perencanaan perawatan oleh dokter gigi di masa mendatang.

KATA KUNCI: *Artificial intelligence, convolutional neural network, diagnosis, penyakit periodontal*

PENDAHULUAN

Penyakit periodontal yang terdiri dari gingivitis dan periodontitis merupakan infeksi oral umum yang mempengaruhi jaringan yang mengelilingi dan mendukung gigi. Menurut Global Burden of Disease Study, penyakit periodontal merupakan paling umum ke-11 dunia. Prevalensi penyakit periodontal dilaporkan berkisar dari 20% sampai 50% di dunia.¹ Penyakit periodontal memainkan peran penting dalam kehilangan gigi pada orang dewasa. Beberapa penelitian menyatakan bahwa penyakit periodontal mempengaruhi sekelompok besar individu yang menunjukkan peningkatan kerentanan terhadap kerusakan periodontal.² Diperkirakan sekitar 15-20% pasien memiliki penyakit periodontal yang cukup parah yang mengakibatkan kehilangan gigi.³ Dalam beberapa tahun terakhir, jumlah periodontitis dan penyakit sistemik telah meningkatkan risiko kesehatan tubuh manusia. Selama tahun 1900, ditemukan jejak “*focal infection*” yang terkait dengan terjadinya sepsis oral dan penyakit yang menyerang organ tubuh lainnya.⁴

Penelitian sebelumnya berfokus pada pemeriksaan onset dan tingkat perkembangan periodontitis, diagnosis harus dipertimbangkan untuk membedakan berbagai bentuk penyakit dan kondisi.⁵ Masalah utama yang dihadapi oleh banyak klinisi yaitu diagnosis penyakit periodontal yang tepat. Pengukuran klinis konvensional seperti mengukur kedalaman probing, kehilangan perlekatan, keberadaan plak dan kalkulus merupakan cara untuk menentukan diagnosis dan klasifikasi penyakit periodontal.^{6,7} Pemeriksaan klinis memiliki reliabilitas yang terbatas untuk skrining periodontitis, metode konvensional hanya mampu menunjukkan anteseden penyakit periodontal tetapi bukan kondisi saat ini dan juga kurang baik dalam membedakan tahap awal penyakit, dan memastikan hasil perawatan. Oleh karena itu, peneliti mulai fokus untuk merancang alat tambahan yang dapat digunakan dalam deteksi dini penyakit sehingga penyakit dapat diobati dengan terapi minimal atau non-invasif yang memiliki tingkat penerimaan yang jauh lebih tinggi oleh pasien.^{8,9}

Kemampuan dokter gigi untuk membaca

radiografi dengan metode konvensional meningkatkan risiko kesalahan diagnosis.¹⁰ Adanya keragaman kriteria klinis yang ada dan peningkatan pengetahuan tentang kesehatan manusia, perubahan kriteria diagnostik klinis untuk penyakit periodontal yang terjadi dalam beberapa dekade terakhir menjadi kebutuhan akan beberapa pembaharuan.¹¹ Penelitian terbaru telah difokuskan pada pengembangan alat kecerdasan buatan untuk membantu peran diagnostik dan terapeutik.^{10,12}

Artificial Intelligence (AI) telah diadopsi di banyak bidang industri, seperti robot, automobiles, *smart city*, dan analisis keuangan, dan lainnya. AI juga telah digunakan dalam kedokteran dan kedokteran gigi seperti diagnostik pencitraan medis dan gigi, pendukung diagnosis, kedokteran digital, penemuan obat, pemantauan rumah sakit, robot dan asisten virtual. Dalam banyak kasus, AI dapat dianggap sebagai alat yang dapat membantu dokter dan dokter gigi dalam mengurangi beban kerja.¹³ Teknik AI telah menunjukkan kemampuan dan kapasitas yang sangat baik dalam mengenali pola data penting yang mengarah ke eksperimen ekstensif sebagai alat uji klinis, khususnya untuk membantu pengambilan keputusan untuk prognosis dan proyeksi setiap fase diagnosis dan terapi selanjutnya. AI telah terbukti meningkatkan akurasi, efisiensi, dan presisi setara dengan pakar medis secara lebih efektif.^{14,15}

Selama beberapa tahun terakhir, AI yang mengacu pada metode terkomputerisasi untuk memecahkan masalah yang secara tradisional membutuhkan kemampuan kognitif manusia, telah menarik lebih banyak perhatian dan berkembang secara signifikan. Convolutional neural networks (CNN) adalah pendekatan *deep learning* utama untuk pemrosesan gambar.¹⁶ Banyak penelitian telah menggunakan CNN, sejenis jaringan saraf tiruan, untuk interpretasi gambar, diagnosis, dan perencanaan perawatan dalam radiologi gigi. Radiografi gigi merupakan alat diagnostik yang dapat digunakan secara efektif untuk mengevaluasi kondisi jaringan keras periodontal dan menganalisis keberhasilan perawatan periodontal. Namun, hanya sedikit penelitian yang menggunakan sistem CNN untuk menentukan penyakit periodontal dan kehilangan tulang alveolar dari gambar radiografi. Manfaat klinis yang paling penting dari

penggunaan sistem CNN dalam diagnosis gigi dan perencanaan perawatan yaitu memungkinkan dokter gigi untuk mengurangi kesalahan diagnostik yang timbul dari ketegangan atau kelelahan. Sistem CNN juga dapat menangkap detail yang terlewatkan oleh dokter dalam diagnosis radiografi, dan pemeriksaan radiografinya dapat direkam untuk membuat database.¹⁷

Dalam periodontologi dan implantologi, AI masih relatif baru dan belum digunakan secara maksimal. Dengan keunggulan bantuan diagnostik, analisis data, dan regresi terperinci, banyak yang dapat diperoleh dengan menerapkan alat ini. Mengingat kurangnya literatur di bidang subjek, tulisan ini bertujuan untuk menilai bukti terkini tentang penggunaan AI khususnya sistem CNN dalam bidang periodontik dan kedokteran gigi implan. Tulisan ini dapat digunakan sebagai acuan penelitian lebih lanjut di bidang ini.

TINJAUAN

Konsep *Artificial Intelligence* (AI)

Artificial intelligence (AI) didefinisikan sebagai pengembangan sistem komputer yang mampu melakukan tugas-tugas yang biasanya membutuhkan kecerdasan manusia, seperti persepsi visual, pengenalan suara, pengambilan keputusan, dan penerjemahan antar bahasa.¹⁸ AI adalah sistem yang memungkinkan robot, komputer, atau perangkat lunak yang memiliki komponen jaringan saraf yang dirancang seperti otak manusia, juga dapat mensimulasikan pemikiran yang meniru otak manusia. Neuron yang saling berhubungan dengan kuat membentuk jenis arsitektur otak yang berfungsi sebagai sistem pemrosesan data untuk mengatasi masalah tertentu. Hal ini merupakan teknologi yang berkembang pesat yang memungkinkan robot untuk melakukan pekerjaan yang sebelumnya hanya dilakukan oleh manusia.^{14,19}

AI dapat diklasifikasikan sebagai AI lemah dan AI kuat. AI lemah, juga disebut AI sempit, menggunakan program yang dilatih untuk menyelesaikan tugas tunggal atau spesifik. AI saat ini sebagian besar adalah AI yang lemah. Contohnya AlphaGo, robot manipulasi otomatis, Google terjemahan, robot obrolan Amazon, Tesla Autopilot, pengenalan wajah, analisis pelanggan commerce, rekomendasi konten yang dipersonalisasi di

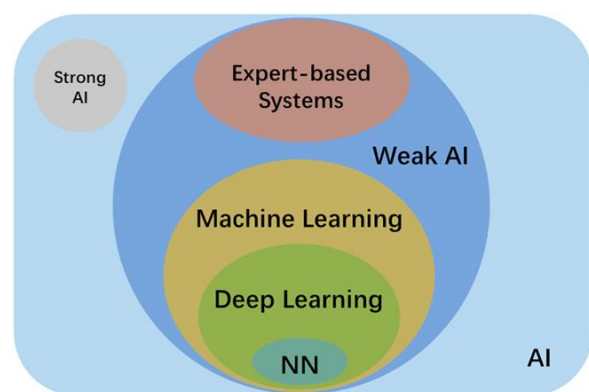
media sosial dan lain-lainnya. AI yang kuat mengacu pada kemampuan dan kecerdasan AI yang setara dengan manusia serta memiliki kesadaran dan perilakunya sendiri sefleksibel manusia. AI yang kuat bertujuan untuk membuat algoritme multitugas untuk membuat keputusan di berbagai bidang. Penelitian tentang AI yang kuat harus sangat berhati-hati karena mungkin ada masalah etika, dan itu bisa berbahaya. Jadi, hingga saat ini belum ada aplikasi AI yang kuat.¹⁸ Kategori AI mendasar termasuk *machine learning* (ML), *deep learning* (DL), *artificial neural network* (ANN), robotika, sistem berbasis pakar, pengenalan ucapan, dan pemrosesan bahasa.¹⁹

Machine learning (ML) adalah bagian dari AI yang bergantung pada algoritme untuk memprediksi hasil berdasarkan kumpulan data. Tujuan *machine learning* yaitu memfasilitasi mesin untuk belajar dari data sehingga mereka dapat menyelesaikan masalah tanpa memerlukan pembuatan aturan manusia atau pengetahuan sebelumnya.^{20,21} Fungsi ML bisa deskriptif, prediktif atau preskriptif. Berdasarkan mekanisme pembelajaran, algoritme ML dapat diawasi, tidak diawasi, semi-diawasi, dan diperkuat. Kemampuan ML sangat bergantung pada ukuran, logika, dan atribut data yang dimasukkan dan eksekusi algoritme. Algoritme sebagian besar dikembangkan menggunakan TensorFlow dan PyTorch. Beberapa produk inovatif berbasis ML adalah mesin rekomendasi Netflix dan mobil self-driving.¹⁹ ML dapat membantu menyelesaikan masalah tanpa input manusia. Misalnya, algoritma kelenjar limfe pada gambaran kepala dan leher dapat terlihat normal atau abnormal dengan menganalisis ribuan gambar yang diberi label normal atau tidak normal.²²

Deep Learning (DL) adalah subkategori ML dan diperkenalkan oleh Hinton et al. Algoritme DL adalah versi yang lebih rumit, halus, dan rumit secara matematis algoritma ML. DL menggunakan pengaturan stratifikasi dari algoritma kompleks yang disebut jaringan syaraf atau *neural network* (NN).¹⁹ Dalam jaringan ini, banyak neuron buatan (atau node) yang terhubung untuk membentuk lapisan, dan ratusan atau ribuan lapisan kemudian disatukan untuk membentuk struktur tertentu yang dikenal sebagai arsitektur.²³ Dengan kerangka hierarkis, algoritme ini menggunakan banyak lapisan untuk mengenali segala

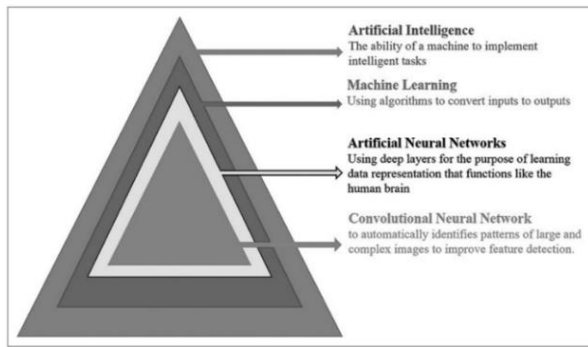
sesuatu mulai dari elemen sederhana seperti garis, tepi, dan tekstur hingga bentuk, lesi, atau seluruh organ yang rumit.²⁰

Jaringan saraf atau *Neural network* (NNs) adalah jaringan yang terinspirasi secara biologis yang dapat dianggap sebagai pilar dari algoritma deep learning. Ada berbagai variasi NN, di antaranya jenis jaringan saraf yang paling penting adalah artificial neural network (ANN) dan convolution neural network (CNN). Gambar 1 menunjukkan hubungan antara AI, AI kuat, AI lemah, sistem berbasis pakar, *machine learning*, *deep learning*, dan NN.¹⁸



Gambar 1. Diagram skematis hubungan antara AI, AI kuat, AI lemah, sistem berbasis pakar, hubungan antara AI, AI kuat, AI lemah, sistem berbasis pakar, *machine learning*, *deep learning*, dan jaringan saraf atau *Neural network* (NN).

ANN terdiri dari sekelompok neuron dan lapisan yang terdiri dari minimal tiga layer. Neuron input mengekstrak fitur data input dari lapisan input dan mengirim data ke lapisan tersembunyi, dan data melewati semua lapisan tersembunyi secara berurutan. Terakhir, hasilnya dirangkum dan ditampilkan di lapisan *output*. Semua lapisan tersembunyi di ANN dapat menimbang data yang diterima dari lapisan sebelumnya dan melakukan penyesuaian sebelum mengirim data ke lapisan berikutnya. Perbedaan antara ANN dan CNN adalah bahwa CNN terdiri dari lapisan konvolusi, selain lapisan penyatuan dan lapisan yang terhubung sepenuhnya di lapisan tersembunyi. Dengan menggunakan lapisan tersembunyi fungsional, CNN menunjukkan efisiensi dan akurasi yang lebih tinggi dalam pengenalan gambar dibandingkan dengan ANN.¹⁸



Gambar 2. Aspek Artificial intelligence

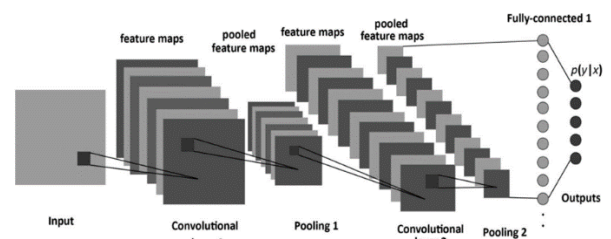
Convolution Neural Network (CNN).

CNN adalah jenis model deep learning dikembangkan untuk meniru korteks visual yang terutama digunakan untuk pengenalan dan pembuatan gambar.^{18,24} CNN sudah ada sejak lama. Meskipun pertama kali diusulkan pada tahun 1980, setelah beragam modifikasi diterapkan pada algoritme pembelajaran, jumlah data yang tersedia meningkat secara dramatis dan platform komputasi yang diperlukan dikembangkan sehingga CNN ditinjau kembali. Salah satu karya terpenting dari era baru CNN diusulkan untuk memecahkan masalah klasifikasi digit. Sejak saat itu, banyak penelitian menunjukkan bahwa CNN mengungguli teknik lain yang sudah mapan (dalam beberapa kasus bahkan mengungguli kemampuan manusia) dalam berbagai masalah visualisasi komputer, termasuk pengenalan pola, segmentasi gambar, dan pembuatan gambar.²⁵ Keluaran CNN, di sisi lain, adalah kumpulan data baru yang mereplikasi tata letak asli gambar sambil menambah atau mengurangi informasi yang direkam di setiap posisi.^{23,26}

Lapisan konvolusi pada CNN digunakan untuk menghasilkan peta fitur dari data input menggunakan kernel konvolusi. Gambar input dilipat sepenuhnya oleh kernel. Hal ini mengurangi kerumitan gambar karena pembagian bobot dengan konvolusi. Lapisan penyatuan biasanya diikuti oleh setiap kelompok lapisan konvolusi, yang mengurangi dimensi peta fitur untuk ekstraksi fitur lebih lanjut. Lapisan yang terhubung sepenuhnya digunakan setelah lapisan konvolusi dan lapisan penyatuan.¹⁸

Hal membuat CNN begitu istimewa adalah kemampuannya yang halus dalam mengekstraksi fitur dari data secara otomatis. Sebelumnya, fitur perlu diekstraksi

dengan tangan dari gambar untuk diproses nanti. Karena kompleksitasnya, hal ini dianggap sebagai salah satu tugas terberat dalam visi komputer. Pada dasarnya, CNN dapat dengan mudah mendeteksi tepi, garis, tekstur, dan pola sederhana lainnya dalam sebuah gambar. Dengan mengelompokkan operasi konvolusional dalam lapisan konvolusional, fitur spesifik yang berbeda dapat dipelajari dalam lapisan yang sama. Penggunaan banyak lapisan akan mengarah pada struktur hierarkis di mana lapisan pertama akan mempelajari fitur-fitur dasar (misalnya, garis atau sudut) dan akan meneruskan informasi tersebut ke lapisan yang tersisa untuk mendeteksi fitur yang lebih kompleks (misalnya, angka atau rambu lalu lintas).²⁵



Gambar 3. Contoh umum arsitektur CNN

Dalam operasinya, CNN dibentuk oleh berbagai jenis lapisan.²⁵ Lapisan konvolusional: Seperti yang dijelaskan, ini didasarkan pada operasi konvolusional, yang diterapkan ke seluruh domain spasial data (gambar atau sinyal). Tujuan utama untuk mengekstraksi informasi dari data, mengubah nilai input menjadi representasi yang berbeda. **Pooling layer**: **Pooling layer** mengurangi dimensi data dengan menggabungkan *output* dari *cluster* neuron pada satu lapisan menjadi satu neuron di lapisan berikutnya. Mereka biasanya ditempatkan setelah fungsi aktivasi. Tujuannya untuk mengurangi jumlah informasi yang diekstraksi oleh filter konvolusi. Lapisan yang terhubung penuh (*fully-connected*): Ditempatkan sebagai lapisan terakhir CNN. Lapisan yang terhubung sepenuhnya menghubungkan setiap neuron dalam satu lapisan ke setiap neuron di lapisan lain, dan komponen utama ANN yang sama. Mereka mengoperasikan fitur yang dipelajari oleh lapisan konvolusional untuk melakukan klasifikasi.

PEMBAHASAN

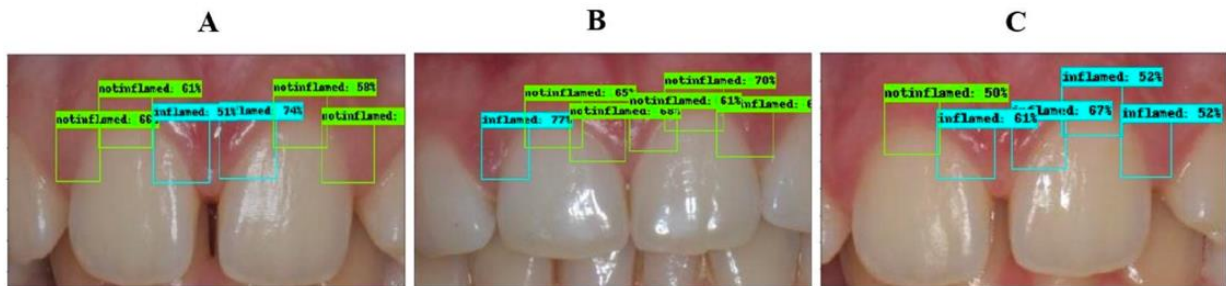
Seperti di industri lain, AI dalam kedokteran gigi mulai marak dalam beberapa tahun terakhir. Dari perspektif kedokteran gigi, penerapan AI dapat diklasifikasikan ke dalam diagnosis, pengambilan keputusan, perencanaan perawatan, dan prediksi hasil perawatan. Di antara semua aplikasi AI dalam kedokteran gigi, yang paling populer adalah diagnosis. AI dapat membuat diagnosa yang lebih akurat dan efisien, sehingga mengurangi beban kerja dokter gigi. Di satu sisi, dokter gigi semakin mengandalkan program komputer untuk membuat keputusan.² Dalam praktek klinis, diagnosis penyakit periodontal didasarkan pada evaluasi kedalaman poket probing dan resesi gingiva. Periodontal Screening Index (PSI) sering digunakan untuk menghitung kehilangan perlekatan klinis. Namun, evaluasi klinis ini memiliki reliabilitas yang rendah, skrining untuk penyakit periodontal masih didasarkan pada pengalaman dokter gigi.^{18,27} Banyak penelitian menyimpulkan bahwa AI berguna dan dapat digunakan untuk diagnosis yang akurat dan bebas kesalahan dari jenis penyakit periodontal dan juga untuk keberhasilan perawatan gigi dengan gangguan periodontik.²⁸

Dalam suatu tinjauan literatur yang meninjau sebagian besar studi yang dilakukan dalam tiga tahun terakhir menyimpulkan bahwa terjadi peningkatan substansial dalam penelitian yang dilakukan di bidang AI, khususnya pengembangan CNN di bidang kedokteran gigi. Studi yang ditinjau menerapkan CNN untuk mendeteksi dan mendiagnosis kehilangan tulang periodontal atau alveolar. CNN dapat menganalisis berbagai gambar, termasuk foto wajah, sinar-X dua dimensi seperti radiografi sefalometrik lateral, radiografi panoramik, radiografi bitewing, dan gambar tiga dimensi, termasuk gambar tomografi komputer *Cone-beam*.¹⁶ Penelitian yang terkait, oleh Aberin ST dkk bertujuan untuk menemukan kriteria lain untuk mendeteksi penyakit periodontal, selain gambar intraoral, ekstraksi jaringan gingiva dan lain-lain menemukan bahwa CNN dengan memanfaatkan arsitektur AlexNet untuk mengklasifikasikan gambar menggunakan Tensorflow mampu menghasilkan tingkat akurasi sebesar 75,5%.²⁹

Penelitian oleh Jae-Hong Lee dkk dengan mengembangkan sistem deteksi berbantuan komputer berdasarkan algoritma deep *convolutional neural network* (CNN) dan mengevaluasi potensi kegunaan dan akurasi sistem CNN dalam diagnosis dan prediksi gigi dengan gangguan periodontal. Dengan menggunakan algoritma CNN, akurasi diagnosis gigi dengan gangguan periodontal terbukti 76,7–81,0%, sedangkan akurasi memprediksi kebutuhan ekstraksi adalah 73,4–82,8%. Perbedaan akurasi yang dicatat tampaknya terjadi antara berbagai jenis gigi, dengan gigi premolar lebih akurat didiagnosis sebagai gigi dengan gangguan periodontal daripada gigi molar (akurasi masing-masing adalah 82,8% dan 73,4%). Hal ini dapat dijelaskan oleh fakta bahwa gigi premolar biasanya memiliki satu akar, sedangkan gigi geraham memiliki 2 atau 3 akar, sehingga menunjukkan anatomi yang lebih kompleks untuk ditafsirkan oleh CNN.^{30,31}

Metode diagnosis klinis gingivitis dan periodontitis meliputi pengukuran kedalaman probing periodontal, perdarahan saat probing, dan penilaian radiografi kehilangan tulang alveolar. Namun, metode ini bersifat invasif dan seringkali menyakitkan bagi pasien, dan pengukurannya dapat berbeda antara pemeriksa yang menggunakan probe yang berbeda, bahkan untuk pengukuran lokasi berulang. Karena sifat invasif dari pemeriksaan standar, berbagai upaya telah dilakukan untuk mengembangkan metode non-invasif untuk mendeteksi dan mendiagnosis penyakit periodontal dan gingivitis, banyak di antaranya telah memasukkan pembelajaran mesin sebagai hasil dari kemajuan pesat diagnosis dengan bantuan komputer di obat-obatan.^{32,33}

Studi yang dilakukan oleh Dima M. Alalharith dkk dengan model deteksi gigi berbasis Faster R-CNN digunakan untuk mendeteksi gigi dengan kelainan gingiva pada gambaran intraoral. Model deteksi gigi menghasilkan akurasi, presisi, daya ingat, dan mAP masing-masing sebesar 100 %, 100%, 51,85%, dan 100%. Kemudian model deteksi inflamasi menghasilkan akurasi, presisi, daya ingat, dan mAP masing-masing sebesar 77,12%, 88,02%, 41,75%, dan 68,19%. Studi ini membuktikan bahwa viabilitas model deep learning untuk deteksi dan diagnosis gingivitis pada gambaran intraoral.³²



Gambar 3. Faster R-CNN digunakan untuk mendeteksi gingivitis pada gambaran intraoral.

Penggunaan radiografi, seperti bitewing, radiografi periapikal, radiografi panoramik, atau gambar computed tomography (CT), adalah metode lain yang sering digunakan untuk mengidentifikasi dan menentukan tingkat kehilang tulang yang terkait dengan periodontitis. Namun, beberapa penelitian telah menunjukkan bahwa ada batasan yang signifikan untuk mendeteksi kehilangan tulang periodontal pada radiografi karena ketidakakuratan dan reliabilitas yang rendah antara pemeriksa individual.¹⁶ Penelitian Kurt Sevda dkk yang mendeteksi kehilangan tulang alveolar dari radiografi panoramik gigi dengan menggunakan sistem AI. Penelitian ini menilai dari 105 kasus dengan kehilangan tulang, sistem CNN mendeteksi 99 dengan sensitivitas, spesifisitas, presisi, akurasi, dan skor F1 masing-masing 0,94, 0,88, 0,89, 0,91, dan 0,91. Sistem CNN memiliki keberhasilan dalam menentukan kehilangan tulang periodontal. Oleh karena itu, dapat digunakan untuk memfasilitasi diagnosis dan perencanaan perawatan oleh dokter gigi dan mulut di masa mendatang.¹⁷ Penelitian yang mendukung lainnya menganalisis potensi CNN untuk mengklasifikasikan daerah interproksimal pada radiografi periapikal berdasarkan adanya kerusakan tulang periodontal, terlepas dari tingkat keparahannya. Eksperimen tersebut mencakup dua CNN yang berbeda: ResNet dan Inception. Kurva ROC dan PR menunjukkan kinerja yang sangat baik dari keduanya. Akurasi akhir, presisi, daya ingat, spesifisitas, dan nilai prediktif negatif masing-masing adalah 0,817, 0,762, 0,923, 0,711, dan 0,902. Hasil ini menunjukkan bahwa model CNN yang dievaluasi dapat digunakan sebagai alat pendukung keputusan klinis untuk mendiagnosis kerusakan tulang periodontal pada pemeriksaan periapical.³⁴

Menerapkan sistem CNN pada gambar radiografi periodontal sebagai mekanisme pendukung keputusan untuk dokter gigi dalam diagnosis dan perencanaan perawatan tampaknya menjanjikan. Manfaat klinis yang paling penting dari penggunaan sistem CNN dalam diagnosis gigi dan perencanaan perawatan adalah memungkinkan dokter gigi untuk mengurangi kesalahan diagnostik yang timbul. Sistem CNN dapat menangkap detail yang terlewatkan oleh dokter mulut dalam diagnosis radiografi, dan pemeriksaan radiografinya dapat direkam untuk membuat database bagi dokter.¹⁷

Ketika diagnosis sulit karena kurangnya dokter gigi spesialis atau spesialis yang berpengalaman di klinik/rumah sakit kecil, sistem AI dapat digunakan sebagai mekanisme pendukung keputusan untuk dokter gigi. Sistem ini dapat menangkap detail yang terlewatkan oleh dokter gigi karena ketegangan atau kelelahan. Keputusan diagnostik yang dibuat oleh dokter gigi/mahasiswa gigi bersifat subyektif dan bisa salah; Sistem AI memungkinkan standarisasi keputusan semacam itu. Sistem AI juga dapat dengan mudah merekam gambar radiografi dari semua pasien di klinik/rumah sakit gigi dengan beban kerja yang tinggi di database. Oleh karena itu, menerapkan sistem AI untuk menganalisis penyakit periodontal dan kondisi gigi lainnya dari radiografi panoramik, yang sering digunakan dalam kedokteran gigi, dapat memfasilitasi diagnosis dini, perencanaan perawatan, dan pengarsipan informasi.¹⁷

Penelitian mengevaluasi kegunaan sistem deteksi berbantuan komputer berdasarkan algoritma deep convolutional neural network (CNN) dalam mengkategorikan tingkat keparahan kehilangan tulang akibat penyakit periodontal mengungkapkan bahwa algoritma deep CNN (VGG-16) berguna untuk mendeteksi

kehilangan tulang alveolar pada radiografi periapikal, dan memiliki kemampuan yang memuaskan untuk mendeteksi tingkat keparahan kehilangan tulang pada gigi. Hasilnya menunjukkan bahwa mesin dapat bekerja lebih baik berdasarkan klasifikasi level dan karakteristik diagnosis citra yang ditangkap. Penelitian ini menunjukkan bahwa deep CNN memiliki akurasi diagnostik sebesar 73,04% dalam mendeteksi kehilangan tulang alveolar pada gigi anterior.³⁵

Analisis *deep learning* menggunakan radiografi dapat membantu dalam mendiagnosis dan merencanakan perawatan penyakit periodontal dengan deteksi dini perubahan periodontal. Hal ini dapat membantu dalam intervensi awal dalam implantologi. Selain mempromosikan pemahaman kita tentang periodontitis, teknologi ini berfungsi sebagai jembatan untuk memasukkan indikator konvensional dan parameter imunologi dan mikrobiologi ke dalam diagnosis periodontal.²² Deep learning diprediksi menjadi salah satu teknologi paling transformatif untuk aplikasi kedokteran gigi. Kami menemukan bahwa arsitektur CNN yang dalam berguna untuk identifikasi dan klasifikasi sistem implan gigi dengan menggunakan gambar radiografi panoramik dan periapikal.³⁷

Terlepas dari kenyataan bahwa implan gigi telah menjadi pilihan perawatan yang tersebar luas dan berkembang pesat, komplikasi mekanis dan biologis sering terjadi. Meskipun radiografi panoramik dan periapikal adalah sarana utama untuk mengidentifikasi dan mengklasifikasikan sistem implan gigi, sangat sulit untuk membedakan sistem yang berbeda dengan bentuk dan fitur yang serupa melalui radiografi. Hal ini disebabkan kelemahan bawaan yang signifikan, seperti kebisingan, keaburan, dan distorsi. CNN telah berkembang pesat dalam beberapa tahun terakhir dan menunjukkan kinerja yang sangat baik dalam hal analisis citra seperti deteksi, klasifikasi, dan segmentasi. Penelitian yang melihat penggunaan algoritma deep CNN untuk identifikasi dan klasifikasi sistem implan gigi menggunakan radiografi panoramik dan periapikal menemukan bahwa arsitektur deep CNN memiliki nilai *operating characteristic curve* (AUC) sebesar 0,971 sedangkan pada periodontis yang sudah memiliki sertifikat sebesar 0,92. Penelitian ini

menyimpulkan bahwa arsitektur deep CNN berguna untuk identifikasi dan klasifikasi sistem implan gigi dengan menggunakan gambar radiografi panoramik dan periapikal.³⁷

Penerapan *Faster R-CNN* untuk membantu mendeteksi kehilangan tulang dapat mengurangi upaya diagnostik dengan menghemat waktu penilaian dan mengotomatiskan penyaringan dokumentasi.³⁶ Penelitian menggunakan Model *Faster R-CNN* dalam mendeteksi *marginal bone loss* di sekitar implan menunjukkan hasil yang serupa dengan dokter gigi residen, tetapi kurang baik dibandingkan dengan dokter gigi spesialis yang lebih berpengalaman; secara keseluruhan menyimpulkan bahwa *Faster R-CNN* dapat mendeteksi kehilangan tulang peri-implan pada radiografi periapikal dan dapat memfasilitasi pengembangan alat diagnostik yang akurat.³⁶

Dalam periodontologi dan implantologi, AI masih relatif baru dan belum digunakan secara maksimal. Dengan keunggulan bantuan diagnostik, analisis data, dan regresi terperinci, tampaknya banyak yang dapat diperoleh dengan menerapkan alat ini.

SIMPULAN

Penerapan sistem AI efektif dan efisien untuk membantu menganalisis penyakit periodontal. Algoritma CNN dapat membantu dalam menentukan kehilangan tulang periodontal, kelainan gingiva, serta membantu intervensi awal dalam implantologi. Oleh karena itu, sistem CNN dapat digunakan untuk memfasilitasi diagnosis dan perencanaan perawatan oleh dokter gigi di masa mendatang.

DAFTAR PUSTAKA

1. Nazir M, Al-Ansari A, Al-Khalifa K, Alhareky M, Gaffar B, Almas K. Global prevalence of periodontal disease and lack of its surveillance. *Scientific World Journal* 2020;2020. Doi: <https://doi.org/10.1155/2020/2146160>
2. Umaiyal PM, Ramamurthy J, Kumar PR. Clinical predictors of tooth loss due to periodontal disease-a retrospective analytical study. *J Popul Ther Clin Pharmacol.* 2022;29(1):189–96. Doi: <https://doi.org/10.47750/jptcp.2022.950>

3. Palmer R, Floyd P. Periodontology. 4th ed. London: BDJ Bookks Springer; 2013.
4. Bedge H, Mustilwar R, Mishra S. Periodontitis and systemic disease. *N Y State Dent J* 2022;2766. Doi: <http://dx.doi.org/10.53730/ijhs.v6nS9.13063>
5. Alawaji YN, Alshammari A, Mostafa N, Carvalho RM, Aleksejuniene J. Periodontal disease prevalence, extent, and risk associations in untreated individuals. *Clin Exp Dent Res* 2022;8(1):380–94. Doi: <https://doi.org/10.1002%2Fcre2.526>
6. PR Schmidlin. Periodontal therapy of the future--many challenges and opportunities.therapy of the future--many challenges and opportunities. *Front Dent Med* 2020;1(2). Doi: 10.3389/fdmed.2020.00002
7. Caton JG, Armitage G, Berglundh T, Chapple IL, Jepsen S, Kornman KS. A new classification scheme for periodontal and peri-implant diseases and conditions - Introduction and key changes from the 1999 classification. *J Clin Periodontol* 2018;45:1–8. Doi: <https://doi.org/10.1111/jcpe.12935>
8. Salam E, Katariya A. Recent advances in clinical periodontal diagnosis and periodontal treatment procedures: A brief review. *Journal of Advanced Clinical & Research Insights* 2020;7(4):45–50. Doi: <http://dx.doi.org/10.15713/ins.jcri.303>
9. Krois J, Ekert T, Meinhold L, Golla T, Kharbot B, Wittemeier A, et al. Deep learning for the radiographic detection of periodontal bone loss. *Sci Rep* 2019;9(1).
10. Baig I, Azam S, Mushtaq T Bin. Artificial intelligence in dentistry: literature review. *J Pharm Res Int* 2022;34(53B):7–14. Doi: <https://doi.org/10.9734/jpri/2022/v34i53B7228>
11. Gomes-Filho IS, Trindade SC, Passos-Soares J de S, Figueiredo ACMG, Vianna MIP, Hintz AM, et al. Critical appraisal of systematic and narrative reviews of literature in the field of orthodontics. *J Dent Health Oral Disord Ther* 2018;9(5):354–6. Doi: <https://doi.org/10.15406/jdhodt.2018.09.00409>
12. Endres MG, Hillen F, Salloumis M, Sedaghat AR, Niehues SM, Quatela O. Development of a deep learning algorithm for periapical disease detection in dental radiographs. *Diagnostics (Basel)* 2020;10(6):430. Doi: <https://doi.org/10.3390%2Fdiagnostics10060430>
13. Ding H, Wu J, Zhao W, Matinlinna JP, Burrow MF, Tsoi JKH. Artificial intelligence in dentistry—A review. *Front Dent Med* 2023;4:1085251. Doi: <https://doi.org/10.3389/fdmed.2023.1085251>
14. Agrawal P, Nikhade P. Artificial intelligence in dentistry: past, present, and future. *Cureus* 2022; 14(7):e27405. Doi: <https://doi.org/10.7759/cureus.27405>
15. Aboul Ella Hassanien, Jyotir Moy, Vishal Jain. *Artificial Intelligence and Industry 4.0*. US: Academic Press Elsevier; 2022.
16. Chawla K, Garg V. Accuracy of convolutional neural network in the diagnosis of alveolar bone loss due to periodontal disease: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Datta Meghe Institute of Medical Sciences University* 2023;18(1):163-172. Doi: 10.4103/jdmimsu.jdmimsu_281_22.
17. Bayrakdar SK, Çelik Ö, Bayrakdar IS, Orhan K, Bilgir E, Odabaş A, et al. Success of artificial intelligence system in determining alveolar bone loss from dental panoramic radiography images. *Cumhuriyet Dental Journal* 2020;23(4):318–24. Doi: <http://dx.doi.org/10.7126/cumudj.777057>
18. Ding H, Wu J, Zhao W, Matinlinna JP, Burrow MF, Tsoi JKH. Artificial intelligence in dentistry—A review. *Front Dent Med* 2023;4:1085251. Doi: <https://doi.org/10.3389/fdmed.2023.1085251>
19. Choudhary A, Malik A, Kaul R, Sharma A, Gupta A. A brief overview of artificial intelligence in dentistry: Current scope and future applications. *Journal of Dental Specialities* 2023;11(1):12–6. Doi: <http://dx.doi.org/10.18231/j.jds.2023.004>

20. Prasannam RP, A. Arul Murugan P, L. Narayanan R, Jagadeson M, S. VP, K. I. Artificial intelligence in dental practice: a review. *Int J Community Med Public Health* 2023;10(5):1955–60. Doi: <http://dx.doi.org/10.18203/2394-6040.ijcmph20231302>
21. Sachdeva S, Mani A, Vora H, Saluja H, Mani S, Manka N. Artificial intelligence in periodontics: A dip in the future. *J Cell Biotechnol* 2021;7(2):119–24. Doi: <http://dx.doi.org/10.3233/JCB-210041>
22. Priyanka Jain, Mansi Gupta. *Digitization in Dentistry*. Switzerland: Springer; 2021.p.15.
23. Mutthineni RB. Role of artificial intelligence in periodontology and implantology. *IP International Journal of Periodontology and Implantology* 2023;8(1):1–2. Doi: <http://dx.doi.org/10.18231/j.ijpi.2023.001>
24. Scott J, Biancardi AM, Jones O, Andrew D. Artificial intelligence in periodontology: A scoping review. *Dentistry Journal* 2023;11(2):43. Doi: <https://doi.org/10.3390/dj11020043>
25. Carrillo-Perez F, Pecho OE, Morales JC, Paravina RD, Della Bona A, Ghinea R, et al. Applications of artificial intelligence in dentistry: A comprehensive review. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*. John Wiley and Sons Inc 2022;34(1):259–80. Doi: <https://doi.org/10.1111/jerd.12844>
26. Le Lu, Yefeng Zheng, Gustavo Carnairo. *Deep learning and convolutional neural networks for medical image computing*. USA: Springer; 2017.p. 21–22.
27. Lang Niklaus. *Clinical Periodontology and Implant Dentistry*. USA: Wiley Blackwell; 2015.
28. Lingam A, Koppolu P, Akhter F, Afroz M, Tabassum N, Arshed M, et al. Future trends of artificial intelligence in dentistry. *Journal of Nature and Science of Medicine* 2022;5(3):221–4. Doi: http://dx.doi.org/10.4103/jnsm.jnsm_2_22
29. Institute of Electrical and Electronics Engineers. 2018 IEEE 10th International Conference on Humanoid, Nanotechnology, Information Technology, Communication and Control, Environment and Management (HNICEM).
30. Lee JH, Kim DH, Jeong SN, Choi SH. Diagnosis and prediction of periodontally compromised teeth using a deep learning-based convolutional neural network algorithm. *J Periodontal Implant Sci* 2018 Apr 1;48(2):114–23. Doi: <https://doi.org/10.5051/jpis.2018.48.2.114>
31. Alvaro Vella Bona. *Color and Appearance in Dentistry*. Switzerland: Springer; 2020.p.138.
32. Alalharith DM, Alharthi HM, Alghamdi WM, Alsenbel YM, Aslam N, Khan IU, et al. A deep learning-based approach for the detection of early signs of gingivitis in orthodontic patients using faster region-based convolutional neural networks. *Int J Environ Res Public Health* 2020;17(22):1–10. Doi: <https://doi.org/10.3390/ijerph17228447>
33. Newman DDS FACD MG. *Newman and Carranza's Clinical Periodontology*. Los Angeles: Elsevier; 2019.
34. Moran MBH, Faria M, Giraldi G, Bastos L, Da Silva Inacio B, Conci A. On using convolutional neural networks to classify periodontal bone destruction in periapical radiographs. In: *Proceedings - 2020 IEEE International Conference on Bioinformatics and Biomedicine, BIBM 2020*. Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc.; 2020. p. 2036–9.
35. Alotaibi G, Awawdeh M, Farook FF, Aljohani M, Aldhafiri RM, Aldhoayan M. Artificial intelligence (AI) diagnostic tools: utilizing a convolutional neural network (CNN) to assess periodontal bone level radiographically—a retrospective study. *BMC Oral Health* 2022;22(1):399. Doi: <https://doi.org/10.1186/s12903-022-02436-3>
36. Lee JH, Jeong SN. Efficacy of deep convolutional neural network algorithm for the identification and classification of dental implant systems, using panoramic and periapical radiographs: A pilot study. *Medicine (United States)* 2020;99(26):E20787. Doi: <https://doi.org/10.1097%2FMD.00000000000020787>
37. Liu M, Wang S, Chen H, Liu Y. A pilot study of a deep learning approach to detect marginal bone loss around implants. *BMC Oral Health*. 2022;22(1).